基于红外相机技术的阿尔金山保护区祁曼塔格山兽类和鸟类多样性监测的初步研究

王秀磊[1]， 徐俊泉[2]， 张圣发[2]， 李 欢[2]， 李 佳[3]

（1. 中国林业科学研究院森林生态环境与自然保护研究所，生物多样性保护国家林业和草原局重点实验室，北京 100091；2. 新疆巴音郭楞蒙古自治州阿尔金山国家级自然保护区管理局，新疆 库尔勒 841000；3. 中国林业科学研究院生态保护与修复研究所，北京 100091）

摘 要：为了解新疆阿尔金山国家级自然保护区野生动物基本情况，于2021年1月至2022年1月和2022年12月至2024年1月，在保护区东北部的祁曼塔格山采用红外相机技术开展野生动物资源调查。调查期间，红外相机累计工作17529个有效相机日，拍摄到7237张野生动物有效独立照片。结果表明：(1) 拍摄到6045张野生兽类有效独立照片，鉴定出5目8科19种野生兽类，Shannon-Wiener多样性指数为3.05，Pielou均匀度指数为0.71；相对多度指数(R_{AI})排名前5的野生兽类物种依次为藏野驴(*Equus kiang*，R_{AI}=85.85)、灰尾兔(*Lepus oiostolus*，R_{AI}=82.26)、岩羊(*Pseudois nayaur*，R_{AI}=44.04)、野牦牛(*Bos mutus*，R_{AI}=35.26)和狼(*Canis lupus*，R_{AI}=26.41)。(2) 拍摄到1182张野生鸟类有效独立照片，鉴定出10目21科50种野生鸟类，Shannon-Wiener多样性指数为4.31，Pielou均匀度指数为0.76；排名前5的野生鸟类物种依次是暗腹雪鸡(*Tetraogallus himalayensis*，R_{AI}=9.81)、漠䳭(*Oenanthe deserti*，R_{AI}=8.04)、红嘴山鸦(*Pyrrhocorax pyrrhocorax*，R_{AI}=7.25)、黑颈鹤(*Grus nigricollis*，R_{AI}=6.33)和角百灵(*Eremophila alpestris*，R_{AI}=5.42)。(3) 国家I级和II级重点保护野生动物分别为11种和18种；《中国生物多样性红色名录》列为濒危物种6种，易危7种，近危13种；石貂(*Meles fonia*)、豺(*Cuon alpinus*)、白翅百灵(*Alauda leucoptera*)和乌鸫(*Turdus mandarinus*)为阿尔金山保护区新增记录。(4) 日活动节律表明，岩羊、野牦牛和狼为昼行性动物，灰尾兔为偏夜行性动物，藏野驴则为昼夜兼性动物。研究结果为创建昆仑山国家公园和野生动物资源监测提供基础数据，也为加强阿尔金山保护区的保护与管理提供科学依据。

关 键 词：阿尔金山国家级自然保护区；物种名录；濒危物种；相对多度指数；活动选择指数

文章编号：1000-6060(2024)10-1662-12(1662~1673)

我国自然保护区是野生动物资源最丰富、种类最繁多、珍稀濒危物种天然集中分布的区域，在保护野生动物资源及其赖以生存的栖息地方面发挥了极其重要作用[1-2]。然而，我国多数自然保护区是在野生动物资源受到严重威胁情况下抢救建立的，缺乏长期的野生动物资源监测工作，导致许多保护区至今仍不清楚其范围内的野生动物资源现状[3]。在人类社会经济日益扩张以及由此造成气候变暖的双重威胁下，野生动物保护常常面临严重考验，迫切需要开展保护区内野生动物资源现状调查，为制定保护和管理措施提供科学的数据支撑[4-5]。长期以来，我国主要依靠样线样带、定点观察和问卷访谈等传统方法开展野生动物资源调查和监测，这些调查方法效率、时间和范围存在明显的局限，无法全面反映活动隐蔽、种群数量稀少的野生动物资源数量及分布状况[6-7]。与传统调查方法相比较，红

收稿日期：2024-07-15； **修订日期**：2024-09-07
基金项目：第三次新疆综合科学考察项目(2021xjkk1200)资助
作者简介：王秀磊(1978-)，女，博士研究生，主要从事自然保护区研究. E-mail: hellowxl@163.com
通讯作者：李佳(1988-)，男，副研究员，主要从事野生动物保护与利用研究. E-mail: lijia2530@126.com

外相机技术具有隐蔽、非损伤、数据准确、可以长期监测等特点，被广泛应用于我国自然保护区野生动物监测，对加快自然保护区野生动物资源清查、提升保护和管理水平发挥了重要作用[8-9]。

新疆巴州阿尔金山国家级自然保护区（简称阿尔金山保护区）位于东昆仑山中段北坡“库木库里”高原盆地之中，东边邻近新疆罗布泊，南连西藏羌塘和青海可可西里，称为“中国四大无人区”[10]。阿尔金山保护区是我国乃至世界第一个以保护有蹄类野生动物为主的高原荒漠生态类型自然保护区，对保护青藏高原生态系统及高原特有的野生动植物发挥着重要作用[11-14]。由于阿尔金山保护区地处偏僻、海拔较高，自然条件严酷，开展生物多样性调查难度非常大。2011年，研究人员在阿尔金山保护区采用样线法开展自然资源综合科学考察，共记录到32种兽类、166种鸟类，为后期保护区开展野生动物监测和保护工作创造了条件[10,15]。昆仑山国家公园的创建给阿尔金山保护区的野生动物保护带来了前所未有的机遇，然而作为昆仑山国家公园创建区的重要组成部分，阿尔金山保护区前期野生动物资源调查相对较少，在开展国家公园规划时面临基础数据匮乏等问题[16-17]。因此，亟需查清阿尔金山保护区内野生动物种类、分布、栖息地现状以及面临的威胁等重要信息，为后期国家公园建立长期监测体系提供依据。为了掌握阿尔金山保护区野生动物资源现状，阿尔金山保护区和中国林业科学研究院专家团队，于2021年1月—2022年1月、2022年12月—2024年1月，在保护区东北部祁曼塔格山，利用红外相机开展兽类和鸟类本底资源调查，以期为昆仑山国家公园创建和生物多样性保护提供基础数据。

1　研究区概况

阿尔金山保护区位于新疆维吾尔自治区东南隅（87°10′~91°18′E，36°00′~37°49′N）新疆、青海、西藏三省区交界的新疆巴音郭楞蒙古自治州若羌县和且末县境内，总面积约4500 km^2。1983年自治区人民政府批准建立阿尔金山保护区，1985年晋升为国家级自然保护区，2022年国家公园管理局批复同意建立昆仑山国家公园。需要强调的是，阿尔金山保护区全部位于东昆仑中段北坡库木库里大型凹陷盆地中，与阿尔金山山脉没有任何关系[10]。阿尔金山保护区以东昆仑山高海拔山地为主，平均海拔在4500 m以上，最高峰木孜塔格峰海拔6973 m。该区气候属于典型高寒气候，全年不存在绝对无霜期，没有明显的四季，只有冷暖季节交替且冷季漫长，年均气温−4.2 ℃，年均降水量300 mm。阿尔金山保护区以高寒荒漠、荒漠草原为主，高山、冰川、岩溶、草甸、草原、湖泊等景观类型并存，使得保护区内保留了丰富多样的中国特有和珍稀野生动植物，包括雪豹（*Panthera uncia*）、藏羚（*Pantholops hodgsonii*）、野牦牛（*Bos mutus*）等60种国家Ⅰ、Ⅱ级重点保护野生动物，羽叶点地梅（*Pomatosace filicula*）、四裂红景天（*Rhodiola quadrifida*）、胀果甘草（*Glycyrrhiza inflata*）等10种国家Ⅱ级重点保护野生植物[10]。

2　数据与方法

2.1　红外相机布设

2021年1月—2022年1月，阿尔金山保护区首次使用20台红外相机在保护区东北部祁曼塔格山及周边初步开展野生动物资源调查，每隔2~4个月下载存储卡中照片和视频数据，并调整红外相机点位，累计布设82个点位（图1）。然而，由于祁曼塔格山夏季雨量充沛，山谷经常发生洪水，部分红外相机被洪水冲走或浸泡，最终仅57个点位的红外相机工作超过30 d，每个点位红外相机平均工作77±40 d。红外相机主要采用优威视讯ULM5P，设置“3张照片+1段视频”模式，采用24 h全天候监测，未设置拍摄时间间隔。

2022年12月—2024年1月，使用36台红外相机在祁曼塔格山开展野生动物资源调查，红外相机安放在兽径、水源地以及粪便、足迹、尸体等野生动物经常出没的区域，将红外相机固定在离地面80~100 cm处的铁桩上，避免被洪水冲走。红外相机主要采用苍鹭A1型号，拍摄模式设置为“1张拍照+1段视频”，24 h全天候监测，拍摄时间间隔1 min[18]。每隔4~6个月检查红外相机电池，更换存储卡。

2.2　数据分析

红外相机技术获得兽类照片和视频鉴定和分类鉴定参考《中国兽类图鉴（第三版）》[19]和《中国兽类名录（2021版）》[20]；鸟类照片和视频鉴定和分类鉴定参考《中国鸟类野外手册（上、下册）》[21]和《中国

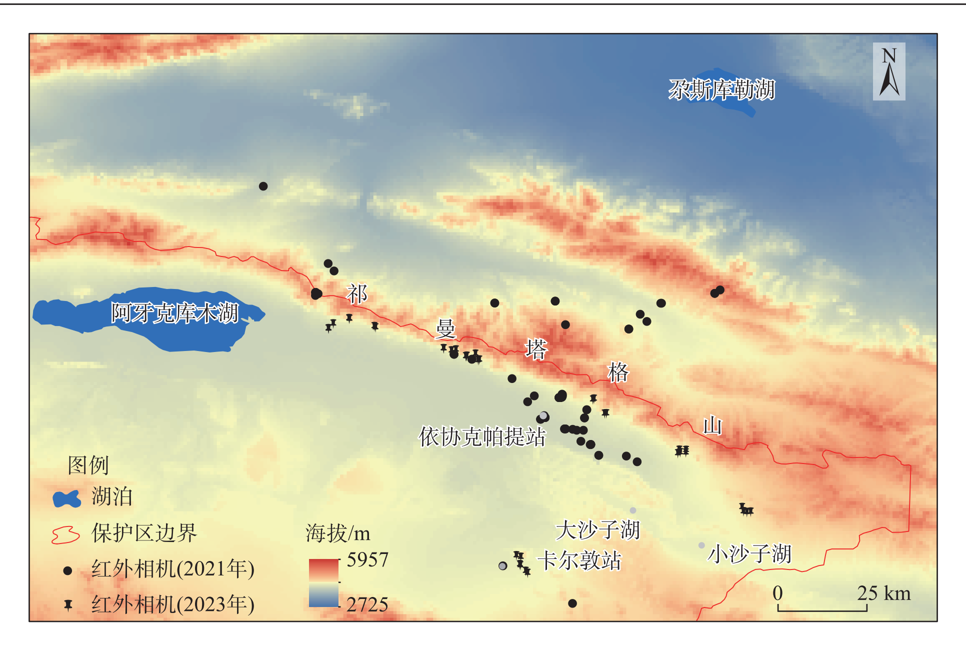


图1 阿尔金山国家级自然保护区东北部祁曼塔格山红外相机安装位点

Fig. 1 Camera trapping sites in Qimantag Mountain, northeast of Altun Mountain National Nature Reserve

鸟类分类与分布名录(第四版)》[22]。野生动物保护级别和受威胁等级依据国家林业和草原局、农业农村部发布的《国家重点保护野生动物名录(2021)》[23],生态环境部、中国科学院发布的《中国生物多样性红色名录》[24],以及《CITES公约附录Ⅰ、附录Ⅱ和附录Ⅲ》[25]。

分析红外相机拍摄到的野生动物照片或视频数据时,删除30 min内拍摄到同一物种的多张照片或视频,仅保留一张照片或一段视频作为有效独立照片[26]。相对多度指数(R_{AI})计算公式如下:

$$R_{AI}=(A_i\times 1000)/N \quad (1)$$

式中:A_i为第i种野生动物出现的有效独立照片的数量;N为红外相机有效相机工作日的总数。有效工作日根据存储卡中第一张野外工作照片的日期和最后一张照片的日期之间的间隔天数[27]。

阿尔金山保护区野生动物群落的Shannon-Wiener多样性指数(H)、Pielou均匀度指数(E)计算公式如下:

$$H=-\sum_{i=1}^{S}(P_i)(\log_2 P_i) \quad (2)$$

式中:S为红外相机拍摄到的野生动物物种数量;P_i为i物种数量占总物种数量的比例。

$$E=H/H_{max} \quad (3)$$

式中:H_{max}为$\log_2 S$,S为野生动物物种数量[28]。

同时,本文将红外相机记录到的有效独立照片或视频上的时间转换为当地真太阳时(Sun time)[29-30],使用非参数核密度评估方法分析R_{AI}排名前5位的野生兽类,包括藏野驴(*Equus kiang*)、灰尾兔(*Lepus oiostolus*)、岩羊(*Pseudois nayaur*)、野牦牛和狼(*Canis lupus*)的日活动节律,绘制活动强度曲线。采用R软件的activity包进行核密度分析。查询阿尔金山保护区周边地区(青海省茫崖市)日出和日落时间(https://richuriluo.122cha.com/),2021年1月至2023年12月平均日出和日落分别为07:31和19:55。我们将研究区域全天时间划分为晨昏(日出日落前后1 h)、白天(日出后1 h至日落前1 h)和夜间(日落后1 h至日出前1 h)3个时间段,计算野生动物全天不同时间段活动选择指数[31],计算公式如下:

$$w_i=o_i/e_i \quad (4)$$

式中:w_i为i时间段(晨昏、白天和夜间)的活动选择指数;o_i为i时间段野生动物(如藏野驴)独立有效照片占该物种独立有效照片总数的比例;e_i为i时间段长度占全天的比例。$w_i>1$表明该物种偏好在i时间段活动;$w_i\leq 1$表明回避i时间段活动。

3 结果与分析

2021年1月—2022年1月,安装在阿尔金山保护区的红外相机累计工作4389 d有效相机工作日(未统计不足30 d的点位)。2022年12月—2024年

1月，安装在阿尔金山保护区的红外相机累计工作13140 d有效相机工作日。红外相机总共拍摄到53476张野生动物照片或视频，删除同一点位在30 min内连续拍摄获得的同一种动物的照片或视频，共计获得了7237张有效独立照片或视频。其中，野生兽类6045张有效独立照片或视频，野生鸟类1182张有效独立照片或视频(图2)。

采用红外相机技术在阿尔金山保护区共记录得到19种野生兽类，隶属于5目8科(表1)，Shannon-Wiener多样性指数和Pielou均匀度指数分别为3.05和0.71。R_{AI}前5位的兽类为藏野驴(R_{AI}=85.85)、灰尾兔(R_{AI}=82.26)、岩羊(R_{AI}=44.04)、野牦牛(R_{AI}=35.26)和狼(R_{AI}=26.41)。红外相机记录到的野生兽类中：(1)有6种国家I级重点保护野生动物[雪豹和豺(*Cuon alpinus*)、西藏盘羊(*Ovis ammon*)、野牦牛、藏羚和藏野驴]，10种国家II级重点保护野生动物[棕熊(*Ursus arctos*)、石貂(*Meles fonia*)、兔狲(*Otocolobus manul*)、狼、猞猁(*Lynx lynx*)、赤狐(*Vulpes vulpes*)、藏狐(*Vulpes ferrilata*)、岩羊、藏原羚(*Procapra picticaudata*)和鹅喉羚(*Gazella subgutturosa*)]。(2)根据《中国生物多样性红色名录》，保护区共有濒危(EN)物种5种(石貂、兔狲、雪豹、猞猁和豺)，易危(VU)物种3种(野牦牛、鹅喉羚和棕熊)，近危(NT)物种8种[西藏盘羊、藏原羚、藏羚、藏野驴、亚洲狗獾(*Meles leucurus*)、赤狐、狼和藏狐]。(3)中国特有种4种，即野牦牛、西藏盘羊、藏原羚和藏羚。



图2　阿尔金山国家级自然保护区东北部祁曼塔格山红外相机拍摄的野生动物

Fig. 2　Wildlife captured by infrared camera in Qimantag Mountain, northeast of Altun Mountain National Nature Reserve

表1 阿尔金山国家级自然保护区东北部祁曼塔格山红外相机监测的野生兽类物种名录

Tab. 1 List of mammals captured by camera traps in Qimantag Mountain, northeast of Altun Mountain National Nature Reserve

物种名称	国家保护级别	IUCN红色名录	中国生物多样性红色名录	独立照片数量	相对多度指数(R_{AI})
一 兔形目 LAGOMORPHA					
(一) 兔科 Leporidae					
1 灰尾兔 *Lepus oiostolus*	–	LC	LC	1442	82.26
二 啮齿目 RODENTIA					
(二) 松鼠科 Sciuridae					
2 喜马拉雅旱獭 *Marmota himalayana*	–	LC	LC	270	15.40
三 鲸偶蹄目 CETARTIODACTYLA					
(三) 牛科 Bovidae					
3 岩羊 *Pseudois nayaur*	II级	LC	LC	772	44.04
4 野牦牛 *Bos mutus**	I级	VU	VU	618	35.26
5 西藏盘羊 *Ovis ammon**	I级	NT	NT	24	1.37
6 藏原羚 *Procapra picticaudata**	II级	NT	NT	63	3.59
7 藏羚 *Pantholops hodgsonii**	I级	NT	NT	9	0.51
8 鹅喉羚 *Gazella subgutturosa*	II级	EN	VU	18	1.03
四 奇蹄目 PERISSODACTYLA					
(四) 马科 Equidae					
9 藏野驴 *Equus kiang*	I级	LC	NT	1505	85.86
五 食肉目 CARNIVORA					
(五) 鼬科 Mustelidae					
10 亚洲狗獾 *Meles leucurus*	–	LC	NT	21	1.20
11 石貂 *Meles fonia*	II级	LC	EN	1	0.06
(六) 熊科 Ursidae					
12 棕熊 *Ursus arctos*	II级	LC	VU	71	4.05
(七) 猫科 Felidae					
13 兔狲 *Otocolobus manul*	II级	LC	EN	5	0.29
14 雪豹 *Panthera uncia*	I级	VU	EN	207	11.81
15 猞猁 *Lynx lynx*	II级	LC	EN	73	4.16
(八) 犬科 Canidae					
16 赤狐 *Vulpes vulpes*	II级	LC	NT	386	22.02
17 豺 *Cuon alpinus*	I级	EN	EN	77	4.39
18 狼 *Canis lupus*	II级	LC	NT	463	26.41
19 藏狐 *Vulpes ferrilata*	II级	LC	NT	20	1.14

注:*为中国特有物种;EN为濒危;VU为易危;NT为近危;LC为无危。下同。

采用红外相机技术在阿尔金山保护区共记录得到50种野生鸟类,隶属于10目21科(表2),Shannon-Wiener多样性指数和Pielou均匀度指数分别为4.31和0.76。R_{AI}排名前5的鸟类是暗腹雪鸡(*Tetraogallus himalayensis*,R_{AI}=9.81)、漠䳭(*Oenanthe deserti*,R_{AI}=8.04)、红嘴山鸦(*Pyrrhocorax pyrrhocorax*,R_{AI}=7.25)、黑颈鹤(*Grus nigricollis*,R_{AI}=6.33)和角百灵(*Eremophila alpestris*,R_{AI}=5.42)。红外相机记录到的野生鸟类中:(1)有5种国家I级重点保护野生动物[黑颈鹤、秃鹫(*Aegypius monachus*)、胡兀鹫(*Gypaetus barbatus*)、金雕(*Aquila chrysaetos*)和猎隼(*Falco cherrug*)],8种国家II级重点保护野生动物[纵纹腹小鸮(*Athene noctua*)、红脚隼(*Falco amurensis*)、红隼(*Falco tinnunculus*)、雀鹰(*Accipiter nisus*)、高山兀鹫(*Gyps himalayensis*)、大鵟(*Buteo hemilasius*)、藏雪鸡(*Tetraogallus tibetanus*)和暗腹雪鸡]。

表2 阿尔金山国家级自然保护区东北部祁曼塔格山红外相机监测的野生鸟类名录

Tab. 2 List of bird species captured by camera traps in Qimantag Mountain, northeast of Altun Mountain National Nature Reserve

物种名称	国家保护级别	IUCN红色名录	中国生物多样性红色名录	独立照片数量	相对多度指数(R_{AI})
一 鸡形目 GALLIFORMES					
(一) 雉科 Phasianidae					
1 暗腹雪鸡 *Tetraogallus himalayensis*	II级	LC	NT	172	9.81
2 藏雪鸡 *Tetraogallus tibetanus*	II级	LC	NT	2	0.11
3 石鸡 *Alectoris chukar*	–	LC	LC	28	1.60
二 雁形目 ANSERIFORMES					
(二) 鸭科 Anatidae					
4 斑头雁 *Anser indicus*	–	LC	LC	2	0.11
5 赤麻鸭 *Tadorna ferruginea*	–	LC	LC	1	0.06
三 鸽形目 COLUMBIFORMES					
(三) 鸠鸽科 Columbidae					
6 岩鸽 *Columba rupestris*	–	LC	LC	3	0.17
四 鹤形目 GRUIFORMES					
(四) 鹤科 Gruidae					
7 黑颈鹤 *Grus nigricollis*	I级	NT	VU	111	6.33
五 鸻形目 CHARADRIIFORMES					
(五) 鹬科 Scolopacidae					
8 红脚鹬 *Tringa totanus*	–	LC	LC	31	1.77
(六) 鸻科 Charadriidae					
9 金眶鸻 *Charadrius dubius*	–	LC	LC	1	0.06
六 鹰形目 ACCIPITRIFORMES					
(七) 鹰科 Accipitridae					
10 大鵟 *Buteo hemilasius*	II级	LC	VU	7	0.40
11 秃鹫 *Aegypius monachus*	I级	NT	VU	19	1.08
12 胡兀鹫 *Gypaetus barbatus*	I级	NT	NT	35	2.00
13 高山兀鹫 *Gyps himalayensis*	II级	NT	NT	21	1.20
14 雀鹰 *Accipiter nisus*	II级	LC	LC	1	0.06
15 金雕 *Aquila chrysaetos*	I级	LC	VU	1	0.06
七 鸮形目 STRIGIFORMES					
（八）鸱鸮科 Strigidae					
16 纵纹腹小鸮 *Athene noctua*	II级	LC	LC	2	0.11
八 犀鸟目 Bucerotiformes					
（九）戴胜科 Upupidae					
17 戴胜 *Upupa epops*	–	LC	LC	3	0.17
九 隼形目 FALCONIFORMES					
(十) 隼科 Falconidae					
18 红隼 *Falco tinnunculus*	II级	LC	LC	10	0.57
19 红脚隼 *Falco amurensis*	II级	LC	NT	2	0.11
20 猎隼 *Falco cherrug*	I级	EN	EN	3	0.17
十 雀形目 PASSERIFORMES					
(一十一) 燕雀科 Fringillidae					
21 大朱雀 *Carpodacus rubicilla*	–	LC	LC	6	0.34
22 高山岭雀 *Leucosticte brandti*	–	LC	LC	17	0.97

表2 （续）

物种名称	国家保护级别	IUCN 红色名录	中国生物多样性红色名录	独立照片数量	相对多度指数(R_{AI})
(一十二) 鹟科 Muscicapidae					
23 白顶鵖 *Oenanthe pleschanka*	–	LC	LC	2	0.11
24 红背红尾鸲 *Phoenicuropsis erythronotus*	–	LC	LC	2	0.11
25 红腹红尾鸲 *Phoenicurus erythrogastrus*	–	LC	LC	24	1.37
26 赭红尾鸲 *Phoenicurus ochruros*	–	LC	LC	74	4.22
27 红胁蓝尾鸲 *Tarsiger cyanurus*	–	LC	LC	6	0.34
28 漠鵖 *Oenanthe deserti*	–	LC	LC	141	8.04
(一十三) 鸦科 Corvidae					
29 大嘴乌鸦 *Corvus macrorhynchos*	–	LC	LC	10	0.57
30 红嘴山鸦 *Pyrrhocorax pyrrhocorax*	–	LC	LC	127	7.25
31 小嘴乌鸦 *Corvus corone*	–	LC	LC	63	3.59
32 渡鸦 *Corvus corax*	–	LC	LC	20	1.14
(一十四) 䴓科 Sittidae					
33 红翅旋壁雀 *Tichodroma muraria*	–	LC	LC	9	0.51
(一十五) 岩鹨科 Prunellidae					
34 褐岩鹨 *Prunella fulvescens*	–	LC	LC	20	1.14
(一十六) 百灵科 Alaudidae					
35 白翅百灵 *Alauda leucoptera*	–	LC	LC	2	0.11
36 大短趾百灵 *Calandrella brachydactyla*	–	LC	LC	2	0.11
37 角百灵 *Eremophila alpestris*	–	LC	LC	95	5.42
38 细嘴短趾百灵 *Calandrella acutirostris*	–	LC	LC	1	0.06
39 长嘴百灵 *Melanocorypha maxima*	–	LC	LC	28	1.60
(一十七) 山雀科 Paridae					
40 地山雀 *Pseudopodoces humilis**	–	LC	LC	22	1.26
(一十八) 鹡鸰科 Motacillidae					
41 黄鹡鸰 *Motacilla tschutschensis*	–	LC	LC	1	0.06
42 黄头鹡鸰 *Motacilla citreola*	–	LC	LC	10	0.57
(一十九) 雀科 Passeridae					
43 白斑翅雪雀 *Montifringilla nivalis*	–	LC	LC	1	0.06
44 白腰雪雀 *Onychostruthus taczanowskii*	–	LC	LC	2	0.11
45 棕颈雪雀 *Pyrgilauda ruficollis*	–	LC	LC	21	1.20
46 棕背雪雀 *Pyrgilauda blanfordi*	–	LC	LC	8	0.46
47 麻雀 *Passer montanus*	–	LC	LC	1	0.06
(二十) 鸫科 Turdidae					
48 乌鸫 *Turdus mandarinus*	–	LC	LC	9	0.51
49 田鸫 *Turdus pilaris*	–	LC	LC	1	0.06
(二十一) 伯劳科 Laniidae					
50 棕背伯劳 *Lanius schach*	–	LC	LC	2	0.11

(2) 参考《中国生物多样性红色名录》，保护区共有濒危（EN）物种1种（猎隼），易危（VU）物种4种（黑颈鹤、大鵟、秃鹫和金雕），近危（NT）物种5种（暗腹雪鸡、藏雪鸡、胡兀鹫、高山兀鹫和红脚隼）。(3) 中国特有物种1种，即地山雀（*Pseudopodoces humilis*）。

对藏野驴、灰尾兔、岩羊、野牦牛和狼5种R_{AI}较高的野生兽类日活动节律进行分析（图3）。藏野驴与其他物种的日活动规律存在明显差异，全天活动强度保持相对平稳，白天（w_i=1.01）、晨昏（w_i=0.97）和夜间（w_i=0.78）活动强度几乎无差异（表3）。灰尾兔夜间（w_i=1.52）活动强度高于晨昏（w_i=1.09）和白天（w_i=0.47），活动高峰出现在24:00至翌日10:00，

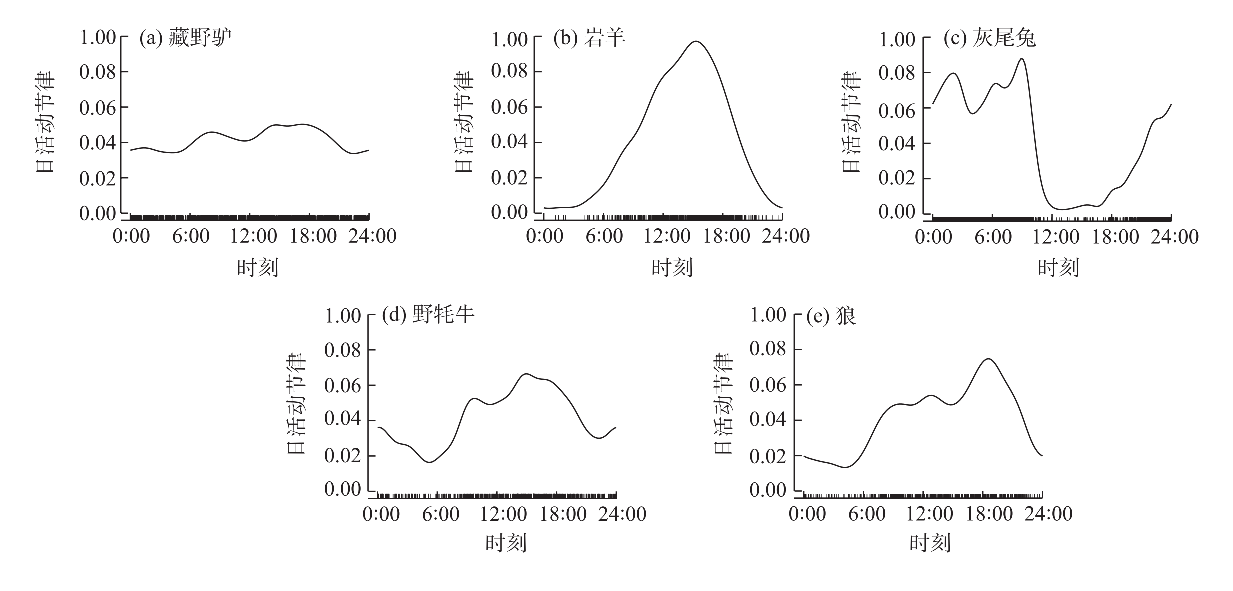


图3　阿尔金山国家级自然保护区东北部祁曼塔格山5种兽类的日活动节律

Fig. 3　Daily activity patterns of five most abundant mammal species in Qimantag Mountain, northeast of Altun Mountain National Nature Reserve

表3　阿尔金山国家级自然保护区东北部祁曼塔格山5种兽类的日活动选择指数（w_i）

Tab. 3　Daily activity selection index (w_i) of five most abundant mammal species in Qimantag Mountain, northeast of Altun Mountain National Nature Reserve

物种	时间段		
	白天	夜间	晨昏
藏野驴(*Equus kiang*)	1.01	0.78	0.97
岩羊(*Pseudois nayaur*)	1.43	0.13	0.65
灰尾兔(*Lepus oiostolus*)	0.47	1.52	1.09
野牦牛(*Bos mutus*)	1.35	0.62	0.85
狼(*Canis lupus*)	1.30	0.52	1.24

12:00—18:00几乎不活动。岩羊日活动规律呈现明显的单峰模式，属于典型的白天活动(w_i=1.43)，夜间(w_i=0.13)休息动物，活动高峰出现在下午12:00—16:00，活动低谷期出现在20:00至翌日06:00。野牦牛日活动规律呈现单峰模式，白天(w_i=1.35)活动强度高于晨昏(w_i=0.85)和夜间(w_i=0.62)，活动高峰期出现在下午12:00—16:00，活动低谷期出现在20:00—22:00和04:00—06:00。狼日活动规律呈现明显的单峰模式，白天(w_i=1.30)和晨昏(w_i=1.24)活动强度高于夜间(w_i=0.52)，活动高峰期出现在18:00，活动低谷期出现在00:00—06:00。

4　讨 论

开展野生动物资源调查，及时修订动物名录，是自然保护区的重要职责，也是制定生物多样性保护对策的重要前提[32]。李维东等[10]通过阿尔金山保护区综合科学考察，记录该保护区有32种兽类和166种鸟类，但是目前保护区缺少系统的观测数据，难以对野生动物资源状况进行科学系统的评估。本研究采用红外相机技术监测阿尔金山保护区东北部祁曼塔格山兽类和鸟类多样性资源，共记录到19种野生兽类和50种野生鸟类。历史记录中的7种有蹄类和9种食肉动物，仅香鼬(*Mustela altaica*)没有监测到。采用红外相机技术没有拍摄到的物种多为根据照片或视频没有办法准确鉴定到种的啮齿目、鼠兔科等小型兽类，这也是红外相机技术的局限性，不适合调查体型相对较小的兽类[9]。本研究采用红外相机技术监测到活动稳秘、种群数量稀少的石貂以及成群活动的豺，为阿尔金山保护区新增2种兽类记录，充分体现了红外相机技术在野生动物资源调查方面的优势。鸟类通常被作为红外相机技术监测兽类的兼捕(By-catch)记录[33]，本研究共拍摄到50种鸟类，白翅百灵(*Alauda leucoptera*)和乌鸫(*Turdus mandarinus*)为阿尔金山保护区鸟类新增记录。

位于阿尔金山保护区东北部的祁曼塔格山，根据红外相机记录结果分析，野生兽类和鸟类群落Shannon-Wiener多样性指数分别为3.05和4.31，表明该区域野生动物种类相对丰富，这与保护区所处地理位置和丰富的生境类型相关。阿尔金山保护

区处于青藏高原北缘，地貌类型复杂多样，加之垂直方向景观变化非常明显，发育形成了异质性较高且具高原特色的多种生境类型，为众多高寒野生动物的生存繁衍提供了的适宜生境[34]。采用红外相机技术拍摄到的野生动物种类基本上占据了阿尔金山保护区的各种生境类型：(1) 湿地生境类型，如黑颈鹤、赤麻鸭（*Tadorna ferruginea*）、斑头雁（*Anser indicus*）等湿地鸟类；(2) 高寒草原荒漠生境类型，如鹅喉羚、藏野驴、野牦牛、藏羚等有蹄类动物；(3) 山前戈壁生境类型，如豺、狼、西藏盘羊等；(4) 高山裸岩生境类型，如雪豹、棕熊、岩羊、石貂等。生活在阿尔金山保护区的各种野生动物，通过食物链和食物网彼此错综复杂地交织在一起，在维持该区高原生态系统平衡过程中扮演着重要的角色。食肉动物居于生态系统食物链顶端，其种群结构的稳定性对于维持生态系统健康起到关键作用[35]。阿尔金山保护区东北部祁曼塔格山的食肉动物（如雪豹、猞猁、狼以及各种猛禽等），及其主要猎物[如喜马拉雅旱獭（*Marmota himalayana*）、灰尾兔、岩羊和藏野驴等]的R_{AI}都相对较高，充分说明保护区内高原生态系统稳定且健康。

活动节律描述一天中野生动物如何分配活动时间，是动物对环境因素变化采取生存对策的一种行为适应[28]。过去，由于受到研究方法以及动物活动隐秘的限制，许多野生动物的活动节律不太清楚[36]。近年来，红外相机技术在保护区的野生动物资源监测中得到了广泛应用，拍摄到大量有时间记录的野生动物照片，为研究野生动物日活动规律提供了可靠的手段[37]。野牦牛是阿尔金山保护区体型最大的物种，占据绝对优势，其他物种需要通过调整活动时间来适应野牦牛的存在[38]。如藏野驴和野牦牛属于种间竞争关系，体型相对较小的藏野驴采取错峰活动的行为策略来降低竞争压力，活动时间生态位的差异可以有效促进两者区域共存[39]。岩羊和野牦牛日活动节律相似，但岩羊攀岩能力要显著强于野牦牛，多栖息在高山裸岩生境，而野牦牛多栖息在高寒草原开阔生境，生境类型的差异是次要竞争者（岩羊）在空间上躲避优势物种（野牦牛、藏野驴）的有效方式，空间异质性较高的生境可以有效降低种间竞争以促进区域共存[40]。食物是制约捕食者和被捕食者活动的主要因素，灰尾兔白天躲在洞穴休息，夜间活动更具隐蔽性，使其可以有效降低被狼等食肉动物捕食的风险[36,41]。阿尔金山保护区野生动物种类众多，不同物种的活动节律与种间竞争、猎物活动、捕食者威胁以及人为干扰等多方面因素相关，要弄清楚物种间复杂的种间关系及生态位适应机制，需要长期的监测与研究。

阿尔金山保护区许多活动稳秘的野生动物都生活在山势陡峭、地形复杂的区域，在开展野生动物资源调查时传统调查方法效率低，而红外相机技术可以有效弥补传统调查方法存在的不足，其优势已经得到实践的充分检验[42-43]。本研究首次利用红外相机技术在阿尔金山保护区开展野生动物资源调查，拍摄得到了大量野生动物的照片和视频，为保护区野生动物的保护与管理以及昆仑山国家公园创建提供了重要本底资料。然而，由于本研究利用红外相机技术开展的调查仅限于阿尔金山东北部的祁曼塔格山，调查范围相对于昆仑山国家公园候选区来说十分有限，因此难以准确评估整个昆仑山国家公园候选区内野生动物的多样性及其分布状况，未来需要在更大的区域开展长期系统的监测，以期为国家公园创建提供更有力的数据支持；另外，本次红外相机调查野生动物时间相对较短，且两期调查更换了红外相机品牌，更改了设置模式，不可避免的会对调查结果产生影响，在后续的红外相机监测工作中，我们会采用统一的调查模式，设置固定监测位点，开展持续监测。

5 结 论

本研究利用红外相机技术监测了阿尔金山保护区东北部祁曼塔格山兽类和鸟类资源状况，为进一步掌握昆仑山国家公园候选区野生动物资源提供了基础数据。通过影像资料记录到阿尔金山保护区有雪豹、藏羚和猎隼，3种被国家林业和草原局列为48种亟需抢救性保护的濒危物种，狼、豺、猞猁等顶级捕食者及猎物（如岩羊、灰尾兔、暗腹雪鸡等）R_{AI}较高，表明保护区内生态系统健康稳定，在保护野生动物及其生境方面发挥着极其重要的作用；红外相机同时揭示了藏野驴等多个物种日活动节律，为深入研究同域分布的物种采取怎样的生存策略来实现共存提供基础数据。

参考文献（References）

[1] 薛达元, 张渊媛. 中国生物多样性保护成效与展望[J]. 环境保护,

2019, 47(17): 38-42. [Xue Dayuan, Zhang Yuanyuan. Achievement and outlook of biodiversity conservation in China[J]. Environmental Protection, 2019, 47(17): 38-42.]

[2] 王伟, 李俊生. 中国生物多样性就地保护成效与展望[J]. 生物多样性, 2021, 29(2): 133-149. [Wang Wei, Li Junsheng. In-situ conservation of biodiversity in China: Advances and prospects[J]. Biodiversity Science, 2021, 29(2): 133-149.]

[3] 米湘成. 生物多样性监测与研究是国家公园保护的基础[J]. 生物多样性, 2019, 27(1): 1-4. [Mi Xiangcheng. Biodiversity monitoring and research are basis of national park conservation[J]. Biodiversity Science, 2019, 27(1): 1-4.]

[4] Liz A V, Gonçalves D V, Velo-Antón G, et al. Adapt biodiversity targets to climate change[J]. Science, 2022, 376(6593): 589-590.

[5] Roberts C M, O'Leary B C, Hawkins J P. Climate change mitigation and nature conservation both require higher protected area targets[J]. Philosophical Transactions B, 2020, 375(1794): 20190121, doi: 10.1098/rstb.2019.0121.

[6] McShea W J, 申小莉, 刘芳, 等. 中国的野生动物红外相机监测需要统一的标准[J]. 生物多样性, 2020, 28(9): 1125-1131. [McShea W J, Shen Xiaoli, Liu Fang, et al. China's wildlife camera-trap monitoring needs a unified standard[J]. Biodiversity Science, 2020, 28(9): 1125-1131.]

[7] 肖治术, 肖文宏, 王天明, 等. 中国野生动物红外相机监测与研究: 现状及未来[J]. 生物多样性, 2022, 30(10): 230-255. [Xiao Zhishu, Xiao Wenhong, Wang Tianming, et al. Wildlife monitoring and research using camera-trapping technology across China: The current status and future issues[J]. Biodiversity Science, 2022, 30(10): 230-255.]

[8] Fisher Jason T. Camera trapping in ecology: A new section for wildlife research[J]. Ecology and Evolution, 2023, 13(3): e9925, doi: 10.1002/ece3.9925.

[9] 李晟, 王大军, 肖治术, 等. 红外相机技术在我国野生动物研究与保护中的应用与前景[J]. 生物多样性, 2014, 22(6): 685-695. [Li Sheng, Wang Dajun, Xiao Zhishu, et al. Camera-trapping in wildlife research and conservation in China: Review and outlook [J]. Biodiversity Science, 2014, 22(6): 685-695.]

[10] 李维东, 张翔, 张会斌. 新疆阿尔金山国家级自然保护区综合科学考察[M]. 乌鲁木齐: 新疆人民出版总社, 2013. [Li Weidong, Zhang Xiang, Zhang Huibin. Comprehensive scientific investigation of Altun Mountain National Nature Reserve in Xinjiang[M]. Urumqi: Xinjiang People's Publishing House, 2013.]

[11] 路飞英, 石建斌, 张子慧, 等. 阿尔金山自然保护区藏羚羊、藏野驴和野牦牛的数量与分布[J]. 北京师范大学学报(自然科学版), 2015, 51(4): 374-381. [Lu Feiying, Shi Jianbin, Zhang Zihui, et al. Surveys of Tibetan antelope, kiang and wild yak in Arjinshan Nature Reserve, Xinjiang, China[J]. Journal of Beijing Normal University (Natural Science Edition), 2015, 51(4): 374-381.]

[12] 吴娱, 董世魁, 张相锋, 等. 阿尔金山保护区藏野驴和野牦牛夏季生境选择分析[J]. 动物学杂志, 2014, 49(3): 317-327. [Wu Yu, Dong Shikui, Zhang Xiangfeng, et al. Summer habitat selection of the ungulates *Equus kiang* and *Bos grunniens* in Altun Mountain Reserve[J]. Chinese Journal of Zoology, 2014, 49(3): 317-327.]

[13] 董世魁, 武晓宇, 刘世梁, 等. 阿尔金山自然保护区基于野牦牛、藏野驴、藏羚羊适宜栖息地的生态容量估测[J]. 生态学报, 2015, 35(23): 7598-7607. [Dong Shikui, Wu Xiaoyu, Liu Shiliang, et al. Estimation of ecological carrying capacity for wild yak, kiang, and Tibetan antelope based on habitat suitability in the Aerjin Mountains Nature Reserve, China[J]. Acta Ecologica Sinica, 2015, 35(23): 7598-7607.]

[14] Buzzard P J, Zhang H B, Xu D H, et al. A globally important wild yak *Bos mutus* population in the Arjinshan Nature Reserve, Xinjiang, China[J]. Oryx, 2010, 44(4): 577, doi: 10.1017/S0030605310000591.

[15] 马鸣, 张同, 张会斌, 等. 阿尔金山-昆仑山鸟类区系调查[J]. 动物学杂志, 2013, 48(1): 64-74. [Ma Ming, Zhang Tong, Zhang Huibin, et al. Survey of avifauna in Kunlun and Altun Mountains [J]. Chinese Journal of Zoology, 2013, 48(1): 64-74.]

[16] 欧阳志云, 徐卫华, 杜傲, 等. 中国国家公园总体空间布局研究[M]. 北京: 中国环境出版集团, 2018. [Ouyang Zhiyun, Xu Weihua, Du Ao, et al. Research on overall spatial planning for China's national park system[M]. Beijing: China Environmental Publishing Group, 2018.]

[17] 蒋亚芳, 马炜, 刘增力, 等. 我国国家公园空间布局规划[J]. 北京林业大学学报(社会科学版), 2021, 20(2): 1-7. [Jiang Yafang, Ma Wei, Liu Zengli, et al. Planning of spatial distribution of national parks in China[J]. Journal of Beijing Forestry University (Social Sciences Edition), 2021, 20(2): 1-7.]

[18] 薛亚东, 李佳, 胡杨, 等. 利用红外相机调查祁连山国家公园(青海片区)兽类和鸟类多样性[J]. 兽类学报, 2019, 39(4): 466-475. [Xue Yadong, Li Jia, Hu Yang, et al. Camera-trapping survey of the mammals and birds in the Qilian Mountain National Park (Qinghai area)[J]. Acta Theriologica Sinica, 2019, 39(4): 466-475.]

[19] 刘少英, 吴毅, 李晟. 中国兽类图鉴[M]. 3版. 福州: 海峡出版社, 2022, 269-271. [Liu Shaoying, Wu Yi, Li Sheng. Handbook of the mammals of China[M]. 3rd ed. Fuzhou: Strait Press, 2022: 269-271.]

[20] 魏辅文, 杨奇森, 吴毅, 等. 中国兽类名录(2021版)[J]. 兽类学报, 2021, 41(5): 487-501. [Wei Fuwei, Yang Qisen, Wu Yi, et al. Catalogue of mammals in China(2021)[J]. Acta Theriologica Sinica, 2021, 41(5): 487-501.]

[21] 约翰·马敬能. 中国鸟类野外手册(上、下册)[M]. 北京: 商务印书馆, 2021. [John Mackinnon. Guide to the birds of China[M]. Beijing: Commercial Press, 2021.]

[22] 郑光美. 中国鸟类分类与分布名录[M]. 4版. 北京: 科学出版社, 2023. [Zheng Guangmei. A checklist on the classification and distribution of the birds of China[M]. 4th ed. Beijing: Science Press, 2023.]

[23] 国家林业和草原局, 农业农村部. 国家重点保护野生动物名录2021[EB/OL]. 2021. [2021-02-01]. http://www.forestry.gov.cn/main/5461/20210205/122418860831352.html. [National Forestry

and Grassland Administration, Ministry of Agriculture and Rural Affairs. National list of wildlife under special protection 2021[EB/OL]. 2021. [2021-02-01]. http://www.forestry.gov.cn/main/5461/20210205/122418860831352.html.]

[24] 生态环境部,中国科学院. 中国生物多样性红色名录·脊椎动物卷(2020)[EB/OL]. 2023. [2023-05-19]. http://www.mee.gov.cn. [Ministry of Ecological Environment, Chinese Academy of Sciences. Red list of China's biodiversity: Vertebrate(2020)[EB/OL]. 2023. [2023-05-19]. http://www.mee.gov.cn.]

[25] 中华人民共和国濒危物种进出口管理办公室. 濒危野生动植物种国际贸易公约附录I, 附录II和附录III[EB/OL]. 2023. [2024-09-03]. http://www.cites.org.cn. [Import and Export of Endangered Species Management Office of the People's Republic of China. Convention on International Trade of Endangered Species (CITES), Appendix I, II, III[EB/OL]. 2023. [2024-09-03]. http://www.cites.org.cn.]

[26] O'Connell A F, Nichols J D, Karanth K. Camera traps in animal ecology: Methods and analyses[M]. New York: Springer, 2011.

[27] Li J, Xue Y D, Liao M F, et al. Temporal and spatial activity patterns of sympatric wild ungulates in Qinling Mountains, China[J]. Animals, 2022, 12: 1666, doi: 10.3390/ani12131666.

[28] 孙儒泳. 动物生态学原理[M]. 3版. 北京: 北京师范大学出版社, 2001. [Sun Ruyong. Principles of animal ecology[M]. 3rd ed. Beijing: Beijing Normal University Press, 2001.]

[29] Nouvellet P, Rasmussen G S A, MacDonald D W, et al. Noisy clocks and silent sunrises: Measurement methods of daily activity pattern[J]. Journal of Zoology, 2012, 286(3): 179-184.

[30] Meredith M, Ridout M. Overlap: Estimates of coefficient of overlapping for animal activity patterns[EB/OL]. 2021. [2022-07-03]. https://cran.r-project.org/web/packages/overlap.

[31] Mella-Méndez I, Flores-Peredo R, Pérez-Torres J, et al. Activity patterns and temporal niche partitioning of dogs and medium-sized wild mammals in urban parks of Xalapa, Mexico[J]. Urban Ecosystem, 2019, 22: 1061-1070.

[32] 肖治术,李欣海,姜广顺. 红外相机在我国野生动物监测研究中的应用[J]. 生物多样性, 2016, 36(3): 270-271. [Xiao Zhishu, Li Xinhai, Jiang Guangshun. Wildlife resource inventory using camera-trapping in natural reserves in China[J]. Biodiversity Science, 2016, 36(3): 270-271.]

[33] 朱淑怡,段菲,李晟. 基于红外相机网络促进我国鸟类多样性监测: 现状、问题与前景[J]. 生物多样性, 2017, 25(10): 1114-1122. [Zhu Shuyi, Duan Fei, Li Sheng. Promoting diversity inventory and monitoring of birds through the camera-trapping network in China: Status, challenges and future outlook[J]. Biodiversity Science, 2017, 25(10): 1114-1122.]

[34] 薛亚东,刘芳,郭铁征,等. 基于相机陷阱技术的阿尔金山北坡水源地鸟兽物种监测[J]. 兽类学报, 2014, 34(2): 164-171. [Xue Yadong, Liu Fang, Guo Tiezheng, et al. Using camera traps to survey wildlife at water sources on the northern slope of the Altun Mountains, China[J]. Acta Theriologica Sinica, 2014, 34(2): 164-171.]

[35] Ripple W J, Estes J A, Beschta R L, et al. Status and ecological effects of the world's largest carnivores[J]. Science, 2014, 343 (6167): 1241484, doi: 10.1126/science.1241484.

[36] Vilella M, Ferrandiz-Rovira M, Sayol F. Coexistence of predators in time: Effects of season and prey availability on species activity within a Mediterranean carnivore guild[J]. Ecology and Evolution, 2020, 10: 11408-11422.

[37] Santos F, Carbone C, Wearn O R, et al. Prey availability and temporal partitioning modulate felid coexistence in Neotropical forests[J]. Plos One, 2019, 14(3): e0213671, doi: 10.1371/journal.pone.0213671.

[38] Norris D, Michalski F, Peres C A. Habitat patch size modulates terrestrial mammal activity patterns in Amazonian forest fragments [J]. Journal of Mammalogy, 2010, 91(3): 551-560.

[39] Qi J Z, Holyoak M, Dobbins M, et al. Wavelet methods reveal big cat activity patterns and synchrony of activity with preys[J]. Integrative Zoology, 2022, 17: 246-260.

[40] Garrote G, Ayala R P D. Spatial segregation between *Iberian lynx* and other carnivores[J]. Animal Biodiversity and Conservation, 2019, 42: 347-354.

[41] O'Malley C, Elbroch L K, Lendrum P E, et al. Motion-triggered video cameras reveal spatial and temporal patterns of red fox foraging on carrion provided by mountain lions[J]. PeerJ, 2018, 6: e5324, doi: 10.7717/peerj.5324.

[42] 李佳,刘芳,叶立新,等. 利用红外相机调查浙江省凤阳山兽类和鸟类多样性[J]. 兽类学报, 2018, 38(1): 95-103. [Li Jia, Liu Fang, Ye Lixin, et al. Camera-trapping survey of the diversity of mammals and birds in Fengyang Mountain of Zhejiang Province, China[J]. Acta Theriologica Sinica, 2018, 38(1): 95-103.]

[43] 吴昊,马永胜,王天晖,等. 甘肃安南坝野骆驼国家级自然保护区水源地鸟兽多样性研究[J]. 林草资源研究, 2024, 291(1): 48-55. [Wu Hao, Ma Yongsheng, Wang Tianhui, et al. Diversity of mammals and birds in water source of An'nanba Wild Camel National Nature Reserve in Gansu Province[J]. Forest and Grassland Resources Research, 2024, 291(1): 48-55.]

A preliminary survey of mammals and birds diversity based on camera trapping in Qimantag Mountain of Altun Mountain National Nature Reserve, Xinjiang

WANG Xiulei[1], XU Junquan[2], ZHANG Shengfa[2], LI Huan[2], LI Jia[3]

(1. Key Laboratory of Biodiversity Conservation, State Forestry and Grassland Administration, Ecology and Nature Conservation Institute, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China; 2. Management Bureau of the Altun Mountain National Nature Reserve in Bayingol Mongolian Autonomous Prefecture, Korla 841000, Xinjiang, China; 3. Institute of Ecological Conservation and Restoration, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China)

Abstract: From January 2021 to January 2022 and from December 2022 to January 2024, we conducted a camera-trap survey to investigate wildlife resources in the Qimantag Mountain, located northeast of the Altun Mountain National Nature Reserve, Xinjiang, China. Over the course of 17529 camera-trap days, we obtained 7237 independent detections. The results indicated the following: (1) We recorded 6045 independent detections of mammals, identifying 19 species across five orders and eight families. The Shannon-Wiener and Pielou evenness indices for the mammal community were 3.05 and 0.71, respectively. Based on the relative abundance index (R_{AI}), the five most abundant mammal species were *Equus kiang* (85.85), *Lepus oiostolus* (82.26), *Pseudois nayaur* (44.04), *Bos mutus* (35.26), and *Canis lupus* (26.41). (2) We recorded 1182 independent detections of birds, identifying 50 species from 10 orders and 21 families. The Shannon-Wiener and Pielou evenness indices for the bird community were 4.31 and 0.76, respectively. The five most abundant bird species were *Tetraogallus himalayensis* (9.81), *Oenanthe deserti* (8.04), *Pyrrhocorax pyrrhocarax* (7.25), *Grus nigricollis* (6.33), and *Eremophila alpestris* (5.42). (3) Among the detected species, 11 are listed as Class I state key protected wildlife, and 18 as Class II, in China. Six species are classified as endangered, seven as vulnerable, and 13 as near threatened according to the Red List of China's Vertebrates. Additionally, four species: *Cuon alpinus*, *Meles fonia*, *Turdus mandarinus*, and *Alauda leucoptera* were new records for the Altun Mountain Reserve. (4) The activity patterns of *Pseudois nayaur*, *Bos mutus*, and *Canis lupus* were predominantly diurnal, while *Lepus oiostolus* was more nocturnal, and *Equus kiang* exhibited both diurnal and nocturnal activity. These findings provide a baseline for wildlife resources in the Altun Mountain Reserve and offer fundamental data for the creation of Kunlun Mountain National Park and for long-term wildlife monitoring in the region.

Key words: Altun Mountain National Nature Reserve; species list; endangered species; relative abundance index; activity selection index